

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-204238

(43)Date of publication of application : 30.07.1999

(51)Int.Cl.

H05B 3/20

(21)Application number : 10-002306

(71)Applicant : NGK INSULATORS LTD

(22)Date of filing : 08.01.1998

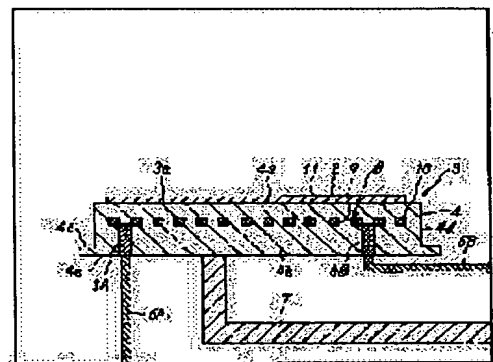
(72)Inventor : TSURUTA HIDEYOSHI
USHIGOE RYUSUKE
YAMAGUCHI KAZUAKI

(54) CERAMIC HEATER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To set thickness of a ceramic base substance smaller, and improve durability when cycles between a high temperature zone and a room temperature zone are added in a ceramic heater comprising a resistance heat generation body embedded in the ceramic base substance.

SOLUTION: A ceramic heater 3 is provided with a ceramic base substrate 4 provided with a heating surface 3a, and a resistance heat generation body embedded in the base substance 4. At last part of the resistance heat generation body comprises a conductive network matter 8. Ceramic composing the base substance 4 is filled in mesh 9 of the network matter 8. Favorably, the network matter 8 is a thin and long band like network matter, the heating surface 3a of the base substance 4 is roughly parallel to a main surface of the network matter 8, the base substance 4 is formed of aluminum nitride, and the resistance heat generation body is formed of molybdenum or molybdenum alloy.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision
of rejection]

[Kind of final disposal of application other
than the examiner's decision of rejection
or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-204238

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月30日

(51) Int. Cl.⁶
H05B 3/20

識別記号
368

F I
H05B 3/20

368

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平10-2306

(22) 出願日 平成10年(1998) 1月8日

(71) 出願人 000004064

日本碍子株式会社

愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号

(72) 発明者 鶴田 英芳

愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日

本碍子株式会社内

(72) 発明者 牛越 隆介

愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日

本碍子株式会社内

(72) 発明者 山口 和明

愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日

本碍子株式会社内

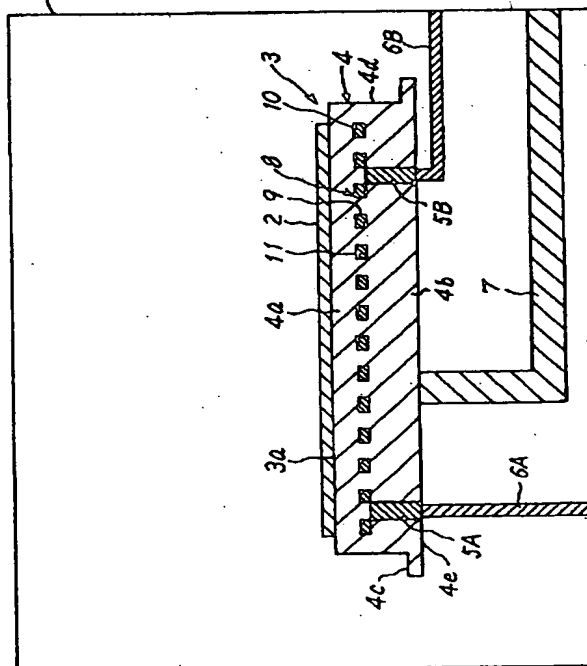
(74) 代理人 弁理士 杉村 暁秀 (外 8 名)

(54) 【発明の名称】 セラミックスヒーター

(57) 【要約】

【課題】抵抗発熱体をセラミックス基体中に埋設したセラミックスヒーターにおいて、セラミックス基体の厚さを小さくし、しかも高温領域と室温領域との間における熱サイクルを加えたときの耐久性を向上させる。

【解決手段】セラミックスヒーター3は、加熱面3aを備えているセラミックス基体4と、基体4内に埋設されている抵抗発熱体とを備えている。抵抗発熱体の少なくとも一部が導電性の網状物8からなる。網状物8の網目9の中に、基体4を構成するセラミックスが充填されている。好ましくは、網状物8が細長い帯状の網状物であり、基体4の加熱面3aと網状物8の主面とが略平行であり、基体4が窒化アルミニウムによって形成されており、抵抗発熱体がモリブデンまたはモリブデン合金によって形成されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】加熱面を備えているセラミックス基体と、このセラミックス基体内に埋設されている抵抗発熱体とを備えているセラミックスヒーターであって、前記抵抗発熱体の少なくとも一部が導電性の網状物からなり、この網状物の網目の中に前記セラミックス基体を構成するセラミックスが充填されていることを特徴とする、セラミックスヒーター。

【請求項2】前記抵抗発熱体が、前記網状物と、この網状物に対して一体化されている金属バルク体とからなることを特徴とする、請求項1記載のセラミックスヒーター。

【請求項3】前記網状物が細長い帯状の網状物であることを特徴とする、請求項1または2記載のセラミックスヒーター。

【請求項4】前記セラミックス基体の前記加熱面と前記網状物の主面とが略平行であることを特徴とする、請求項1～3のいずれか一つの請求項に記載のセラミックスヒーター。

【請求項5】前記セラミックス基体が窒化アルミニウムによって形成されており、前記抵抗発熱体がモリブデンまたはモリブデン合金によって形成されていることを特徴とする、請求項1～4のいずれか一つの請求項に記載のセラミックスヒーター。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の技術分野】本発明は、各種の半導体製造装置、エッチング装置等に使用できる、セラミックスヒーターの製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】本出願人は、緻密質セラミックスからなる円盤状基体の内部に、高融点金属からなるワイヤーを埋設したセラミックスヒーターを開示した。このワイヤーは、円盤状基体内部で螺旋状に巻回されており、かつこのワイヤーの両端に端子を接続する。こうしたセラミックスヒーターは、特に半導体製造用として、優れた特性を備えていることが解った。しかし、このセラミックスヒーターを製造するためには、まず高融点金属からなるワイヤーを螺旋状に巻回させ、ワイヤーの両端に端子（電極）を取り付け、真空中でアニールする。一方、プレス成形機内にセラミックス粉体を仕込み、ある程度の硬さになるまで予備成形し、この際、予備成形体の表面に凹みを設ける。そして、ワイヤーをこの凹部に収容し、その上に更にセラミックス粉体を充填する。そして、セラミックス粉体を一軸加圧成形して円盤状成形体を作製し、円盤状成形体をホットプレス焼結させる。

【0003】しかし、抵抗発熱体をアニール用装置から予備成形体へと運ぶ際、抵抗発熱体の形状を崩さずに運ぶことは極めて難しく、どうしても型崩れしてしまうことが多い。また、予備成形体の凹みへ抵抗発熱体を設置

した後、その上にセラミックス粉体を充填し、一軸加圧成形するのだが、この際にも粉体の充填密度が場所によって異なることから、抵抗発熱体が型崩れし易い。

【0004】この問題を解決するため、本出願人は、特願平4-66157号明細書において、上記予備成形体の表面に金属箔を設置し、この上に更にセラミックス粉体を充填し、セラミックス粉体を一軸加圧成形して円盤状成形体を作製する方法を提案した。この方法によれば、抵抗発熱体が金属箔からなり、ワイヤーと異なり三次元的に変形しないので、運搬時や設置時に型崩れしない。また、特開平6-260263号公報においては、箔状抵抗体が埋設されたセラミックスヒーターを製造するのに際して、まずコールドアイソスタティックプレス法によって複数のセラミックス成形体を作製し、高融点金属からなる箔状抵抗体を複数のセラミックス成形体の間に挟んだ状態で、複数のセラミックス成形体を積層し、この積層体をホットプレス焼結させることにより、緻密質のセラミックス基体の内部に箔状抵抗体を埋設することを提案した。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明者は、種々のセラミックスヒーターについて検討を進めており、特にセラミックスヒーターの厚さを小さくすることを課題として開発を進めていた。この際、前記した箔状の抵抗発熱体を緻密質のセラミックス基体内に埋設したセラミックスヒーターは、線状の抵抗発熱体を埋設したセラミックスヒーターに比べてセラミックス基体の厚さを小さくできるものであった。しかし、箔状の抵抗発熱体をセラミックス基体に埋設したヒーターには、新たに次の問題点があることを発見した。即ち、セラミックスヒーターを例えば300℃以上、更には300℃～1100℃の高温領域で運転し、次いで100℃以下の温度領域まで温度を低下させるという熱サイクルを多数回繰り返して実施すると、セラミックス基体に部分的にクラックが生ずることがあった。

【0006】本発明の課題は、抵抗発熱体をセラミックス基体中に埋設したセラミックスヒーターにおいて、セラミックス基体の厚さを小さくすることができ、しかも高温領域と室温領域との間における熱サイクルを加えたときの耐久性が高いセラミックスヒーターを提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、加熱面を備えているセラミックス基体と、このセラミックス基体内に埋設されている抵抗発熱体とを備えているセラミックスヒーターであって、抵抗発熱体の少なくとも一部が網状物からなり、この網状物の網目に、セラミックス基体を構成するセラミックスが充填されていることを特徴とする。

【0008】本発明者は、箔状の抵抗発熱体をセラミッ

クス基体中に埋設したときに、熱サイクルによってセラミックス基体にクラックが発生する原因を調査した結果、次のような暫定的な結論に達した。即ち、抵抗発熱体として金属箔を埋設したヒーターにおいては、金属とセラミックスとの密着性の悪さのために、金属箔の主面とセラミックスとの間に微細な隙間が生ずる。こうした微細な隙間においては熱伝導が阻害され、熱放射が支配的になり易いため、金属箔の温度とセラミックスの温度との温度差が大きくなる傾向がある。温度上昇時には、金属箔の温度に比べてセラミックスの温度が低く、このために金属箔の熱膨張がセラミックスの熱膨張に比べて顕著に大きくなり、金属箔からセラミックスに対して局部的に熱応力が加わる。

【0009】一方、金属箔の主面は平面的に連続しており、セラミックス基体の中にはこれに対応して平たい面積の大きな欠陥が存在している。こうした平面的な面積の大きい欠陥があるときに、この平面的な欠陥に面するセラミックス基体の一部に局所的に熱応力が加わると、セラミックス基体に応力集中が生じ、これがクラックの進展の起点になるものと考えられる。

【0010】本発明者は、こうしたクラックを防止できるような構造について種々検討した結果、セラミックス基体内に網状物を埋設し、この網状物の網目にもセラミックスを充填した構造が、特に高温領域と低温領域、特に室温領域との間の熱サイクルの繰り返しに対して著しい耐久性を示すことを発見し、本発明に到達した。

【0011】

【発明の実施形態】セラミックス基体を構成するセラミックスとしては、窒化珪素、窒化アルミニウム、窒化ホウ素、サイアロン等の窒化物系セラミックス、アルミナ-炭化珪素複合材料が好ましい。本発明者の研究によれば、耐熱衝撃性の観点からは、窒化珪素が特に好ましく、ハロゲン系腐食性ガス等に対する耐蝕性の点では、窒化アルミニウムが好ましい。

【0012】特に相対密度99%以上の窒化アルミニウムを使用した場合には、セラミックス基体の表面領域に、フッ素系の腐食性ガスを用いた場合、反応生成物層としてAlF₃、からなるパッシベーション層が生成し、この層が耐蝕作用を有しているため、この層の内部へと腐食が進行するのを防止することができる。特に99%以上の相対密度を有した常圧焼結、ホットプレス焼成又は熱CVDにより製造した緻密な窒化アルミニウムが好ましい。

【0013】窒化アルミニウムは、耐蝕性セラミックスとしては公知である。しかし、通常の耐蝕性セラミックスというのは、酸、アルカリ溶液に対するイオン反応性を指している。一方、本発明では、イオン反応性ではなく、プラズマのイオンボンバードメントによる損傷を問題としており、更には、水分のない環境におけるハロゲン系腐食性ガスのプラズマとの反応性を問題としてい

る。

【0014】半導体製造装置用途においては、半導体の重金属による汚染を防止する必要があり、特に高密度化の進展によって重金属の排除に対する要求が極めて高度になってきている。この観点からは、窒化アルミニウムにおけるアルミニウム以外の金属の含有量を1%以下に抑制することが好ましい。

【0015】セラミックス基体の内部に埋設する網状物の材質は限定されないが、特に600°C以上の高温にまで温度が上昇する用途においては、高融点金属で形成することが好ましい。こうした高融点金属としては、タンタル、タングステン、モリブデン、白金、レニウム、ハフニウム及びこれらの合金を例示できる。半導体製造装置内に設置する用途においては、半導体汚染防止の観点から、更に、タンタル、タングステン、モリブデン、白金及びこれらの合金が好ましい。

【0016】特に、少なくともモリブデンを含む金属が好ましく、この金属は、純モリブデンであってよく、またモリブデンと他の金属との合金であってよい。モリブデンと合金化するための金属としては、タングステン、銅、ニッケルおよびアルミニウムが好ましい。金属以外の導電性材料としては、カーボン、TiN、TiCを例示することができる。

【0017】網状物を構成する素材の形態は、繊維ないし線材が好ましい。この際繊維ないし線材の断面を円形にすると、熱膨張に起因する応力集中の低減の効果が特に大きい。

【0018】本発明の好適な態様においては、抵抗発熱体が、網状物と、この網状物に対して一体化されている金属バルク体とからなる。この場合には、金属バルク体が露出するように基体に孔を設け、別途、端子を接合し、その端子に電源を結線することにより通電できる構造となる。

【0019】また、網状物が例えば円形のものである場合には、網状物のいずれの部分に電力供給用の端子を設けた場合にも、最短の電流経路を通して電流が流れることから、網状物の一部に電流が集中し、網状物の一部が過剰に発熱するために、ヒーターの加熱面の温度の均一性に限界があった。

【0020】このため、本発明の好適な態様においては、網状物を細長い帯状の網状物とすることができる。これによって、帯状の網状物の長手方向に向かって電流が流れるために、例えば円形の網状物の場合に比べて電流の集中による温度の不均一が生じにくい。特に、帯状の網状物をセラミックス基体の各部分に均一に分布させることによって、一層加熱面の温度を均一化させることができる。この観点からは、セラミックス基体の加熱面と網状物の主面とを略平行とすることが一層好ましい。

【0021】網状物の平面形状、網状物を構成する線の線径は特に限定しない。この線は、圧延引き抜き加工に

よって線材として成形された、純度99%以上の純金属からなる金属線が特に好ましい。また、金属線を構成する金属の抵抗値は、室温で $1.1 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下とすることが好ましく、 $6 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下とすることが更に好ましい。

【0022】また、網状電極を構成する金属線の線幅が0.8mm以下であり、1インチ当たり8本以上の線交差を有していることが好ましい。線幅を0.8mm以下とすることによって、線の発熱速度が早く、発熱量が適切になる。また、線幅を0.02mm以上とすることによって、線の過剰な発熱による電流集中も生じにくくなる。網状物を構成する線材の直径は0.013mm以上のものが好ましく、0.02mm以上が更に好ましい。

【0023】また、1インチ当たりの線交差を8本以上とすることによって、網状物の全体に均一に電流が流れやすくなり、網状物を構成する線の内部における電流集中が生じにくくなった。実際の製造上の観点から見ると、1インチ当たりの線交差の数は100本以下とすることが好ましい。

【0024】網状電極を構成する線材の幅方向断面形状は、円形、他、楕円形、長方形等、種々の圧延形状であってよい。

【0025】以下、図面を参照しつつ、本発明の実施形態を更に詳細に説明する。図1は、セラミックスヒーター3をチャンバー1内に収容した状態を概略的に示す断面図であり、図2(a)は、セラミックスヒーター3の破断斜視図であり、図2(b)は、網状物8を示す斜視図である。

【0026】チャンバー1内に、アーム7を介してセラミックスヒーター3が設置されている。略円盤形状のセラミックス基体4の側周面4dにリング状のフランジ4cが設けられており、基体4の内部に、網状物8からなる抵抗発熱体が埋設されている。網状物8から見て、半導体ウエハー等の被固定物の加熱面3a側には、表面層4aが形成されており、背面4e側には裏面層4bが形成されている。表面層4aと裏面層4bとは縫ぎ目なく一体化されており、この中に網状物8が包囲され、埋設されている。加熱面3aには半導体ウエハー2が設置されている。

【0027】抵抗発熱体を構成する網状物8は、縦横に編まれた線11と、網状物8の外周縁部を構成する円形の線10とからなっている。線10、11の内側に形成されている無数の網目9の中にもセラミックスが充填されており、これによって表面層4aと裏面層4bとがつながっている。

【0028】セラミックス基体4の中に例えば一対の端子5A、5Bが埋設されており、各端子5A、5Bの一端が網状物8に対して電気的に接続されている。各端子5A、5Bの他端が電力供給ケーブル6A、6Bに対して接合されている。

【0029】本発明のセラミックスヒーターは、例えば次の方法によって製造することができる。

【0030】(方法(1))セラミックスの予備成形体を製造し、この予備成形体の上に網状物を設置する。次いで、この予備成形体及び網状物の上にセラミックス粉末を充填し、一軸プレス成形する。この成形体を、網状物の厚さ方向に向かって加圧しながらホットプレス焼結させる。

【0031】このホットプレスの圧力は、 50 kg/cm^2 以上とする必要があり、 100 kg/cm^2 以上とすることが好ましい。また、実際上の装置の性能等を考慮すると、通常は 2 トン/cm^2 以下とすることができる。

【0032】例えば、まず図3(a)に概略的に示すプレス成形機を準備する。プレス成形機の下型17に、型枠13が嵌め合わされている。セラミックス粉末15を型枠13の内部空間14に充填し、下型17及び図示しない上型によって一軸プレス成形し、予備成形体19Bを製造する。予備成形体19Bの上に網状物20を設置する。網状物20は、例えば図2(b)に示す網状物8のように、線を編組したものである。

【0033】次いで、網状物20の上にセラミックス粉末15を充填し、粉末の下に網状物8を埋設する。図示しない上型によって粉末15を一軸加圧成形し、図3

(b)に示す成形体18を作成する。成形体18においては、予備成形体19Aと19Bとの間に網状物20が埋設された状態となっている。次いで、この成形体18をホットプレス焼結し、所定の研削加工を施すことによって、セラミックスヒーターを製造できる。

【0034】(方法(2))コールドアイソスタティックプレス法によって、平板状の成形体を2つ製造し、2つの平板状成形体の間に電極を挟む。この状態で2つの成形体及び電極を、電極の厚さ方向に向かって加圧しながらホットプレス焼結させる。

【0035】例えば、セラミックス粉末15をコールドアイソスタティックプレスによって成形し、図4に示すような平板形状の成形体21Aと21Bとを製造する。次いで、成形体21Aと21Bとの間に網状物20を挟み、この状態で、成形体21A、21Bをホットプレス焼結させる。

【0036】図5(a)~(c)は、それぞれ網状物の各種の形態を例示する断面図である。図5(a)に示す網状物22Aにおいては、縦線24Aと横線23Aとが三次元的に交差するように編まれており、縦線24Aも横線23Aも、それぞれ波うっている。図6(b)の網状物22Bにおいては、横線23Bは真っ直ぐであり、縦線24Bが折れ曲がっている。図6(c)の網状物22Cにおいては、縦線24Cと横線23Cとが三次元的に交差するように編まれており、縦線24Cも横線23Cも、それぞれ波うっている。そして、網状物22Cは

7 圧延加工されており、このため縦線および横線の外形が一点鎖線AとBとに沿った形状となっている。

【0037】図5(a)に示す網状物22Aを採用した場合、例えば、窒化アルミニウム粉末中に純モリブデン線からなる網状物22Aを埋設して1800℃でホットプレス焼成した後に、網状物を構成するモリブデン線の断面を観察した。この結果、横線23Aと縦線24Aが交差し、接触している部分で、横線23Aと縦線24Aとの界面が無く、一体になっていることが判った。

【0038】これらの各網状物は、いずれもセラミックヒーターの抵抗発熱体として好適に使用できる。しかし、特に、例えば図5(c)に示すように、圧延された形状の網状物が、平坦度が最も良好であり、かつ縦線と横線との接触が最も確実であるので、特に好ましい。

【0039】図6(a)は、他の実施形態のセラミックヒーターで使用する網状物26を示す平面図であり、図6(b)は、この網状物26が埋設されているセラミックヒーター41を概略的に示す平面図である。

【0040】この網状物26は、縦横に編まれた線27からなる。網状物26の外周側は略円形をなしており、内周側も略円形をなしており、網状物26の全体は円環形状をなしており、この内側には円形の空間28が設けられている。ただし網状物26には切れ目43が設けられており、網状物26の一对の端部29が、切れ目43に面し、互いに対向している。

【0041】セラミックヒーター41においては、セラミック基体31の内部に網状物26が埋設されている。網状物26の一对の各端部29に、端子30A、30Bが接続されている。これによって、端子30Aと30Bとの間で円環形状の網状物26の長手方向に沿って円周状に電流が流れるので、電流の集中を防止できる。

【0042】図7(a)は、本発明の他の実施形態に係るセラミックヒーター32を示す平面図であり、図7(b)は、図7(a)のVIIb-VIIb線断面図である。セラミックヒーター32においては、例えば円盤形状の基体33の内部に網状物34が埋設されている。

【0043】基体33の中央部には、背面33b側に露出する端子30Aが埋設されており、基体33の周縁部

にも、背面33b側に露出する端子30Bが埋設されている。中央の端子30Aと端子30Bとが網状物34によって接続されている。33aは加熱面である。

【0044】網状物34は、例えば図6(a)に示したような形態の網状体からなっている。ただし、図7

(a)、(b)においては、網状物34の細かい網目は、図面の寸法上の制約のために図示していない。網状物34は、端子30Aと30Bとの間で平面的に見て渦巻き形状をなしている。端子30Aと30Bとは、図示しない電力供給ケーブルに対して接続されている。

【0045】

【実施例】(実験A)図6(a)に示す網状物26を使用し、図6(b)に示す、本発明の実施形態に係るセラミックヒーター41を製造した。セラミック粉末15として、イトリアを5%含有する窒化アルミニウム粉末を準備した。この粉末と網状物26とを、図3(a)、(b)を参照しつつ説明した方法に従って一軸加圧成形し、成形体18を製造した。

【0046】ただし、網状物の材質は純モリブデンとした。網状物を構成する線の線径、1インチ当たりの線の交差本数は、表1に示すように変更した。網状物26の外径を44mmとし、網状物26の内径を28mmとした。

【0047】成形体18を、1900℃、200kg/cm²でホットプレス焼結した。これによって、相対密度99.4%の窒化アルミニウム焼結体を得られた。セラミック基体の直径φを50mmとし、厚さを10mmとした。基体の背面側より超音波加工によって基体に孔を明け、端子30A、30Bを網状物26に接合した。

【0048】各セラミックヒーターについて熱サイクル試験を実施した。具体的には、室温から100℃/時間の速度で700℃まで昇温させ、700℃で1時間保持し、室温まで100℃/時間の速度で降温し、これを一サイクルとした。この熱サイクルを最大200回繰り返して行い、クラック発生の有無を検査した。

【0049】

【表1】

試験 番号	線径 (mm)	1インチ 当たりの 本数	耐熱サイクル
1	1.0	5	8回で基体に亀裂が発生した
2	0.8	8	200回後、基体、発熱体に亀裂無し
3	0.5	8	同上
4	0.35	80	同上
5	0.35	30	同上
6	0.35	15	同上
7	0.2	120	同上
8	0.2	30	同上
9	0.15	50	同上
10	0.12	50	同上
11	0.12	60	同上
12	0.10	120	同上
13	0.05	200	同上
14	0.03	50	同上
15	0.02	100	同上
16	0.013	100	200回後、発熱体に一部断線あり
17	0.01	100	127回目で発熱体が断線した

【0050】表1からわかるように、本発明のセラミックスヒーターは、いずれも高い耐熱サイクル性を示した。特に、線径を0.8mm~0.02mmとすることによって、耐熱サイクル性が顕著に向上することも判明した。

【0051】(実験B) 実験Aと同様にしてセラミックスヒーターを製造し、熱サイクル試験を行った。ただし、抵抗発熱体として、外径φ4.4mm、内径2.8mm、厚さ0.65mmの、モリブデンからなる箔を埋設した。この結果、15回の熱サイクル後に、基体中にクラックが発生した。

【0052】(実験C) 図7(a)、(b)に示す形態を有する、本発明の実施形態に係るセラミックスヒーター32を製造した。ただし、具体的製造プロセスは、実験Aと同様とした。基体33の外径を200mmとし、厚さを15mmとした。

【0053】網状物34は、図7(a)に示すように、平面的に見て渦巻き形状となるように基体内に埋設した。ただし、網状物34の幅を1.5mm、9mm、15mmまたは30mmとした。網状物34の線径を0.12mmとし、一インチ当たりの線の本数を50本とした。

【0054】この結果、網状物34の幅が1.5mm~30mmである範囲で、各セラミックスヒーターについて

て、790℃まで発熱させることが可能であることを確認した。また、前記した熱サイクル試験を実施し、100回の熱サイクルを実施した後も基体にクラックが生じないことを確認した。

【0055】(実験D) 実験Aと同様にして、図6(a)、(b)に示す形態を有する、本発明の実施形態に係る各セラミックスヒーター41を製造した。ただし、基体31の外径を50mmとし、基体31の厚さを2mmまたは4mmとした。網状物26の外径を44mmとし、網状物26の内径を28mmとした。網状物26の線径を0.12mmとし、一インチ当たりの線の本数を50本とした。

【0056】この結果、基体31の厚さが2mmまたは4mmであるいずれのセラミックスヒーターにおいても、790℃まで発熱させることが可能であることを確認した。また、前記した熱サイクル試験を実施し、100回の熱サイクルを実施した後も基体にクラックが生じないことを確認した。

【0057】(実験E) 実験Cと同様にして、図7(a)、(b)に示す形態を有する、本発明の実施形態に係るセラミックスヒーター32を製造した。基体31の外径を200mmとし、厚さを4mm、8mm、12mmまたは20mmとした。

【0058】網状物34は、図7(a)に示すように、

平面的に見て渦巻き形状となるように基体内に埋設した。網状物34の幅を8mmとした。網状物34の線径を0.12mmとし、一インチ当たりの線の本数を50本とした。

【0059】この結果、基体33の厚さが4mm、8mm、12mmまたは20mmであるいずれのセラミックスヒーターにおいても、790℃まで発熱させることが可能であることを確認した。また、前記熱サイクル試験を実施し、100回の熱サイクルを実施した後も基体にクラックが生じないことを確認した。

【0060】(実験F) 実験Aと同様に、図6(a)、(b)に示す形態を有する、本発明の実施形態に係るセラミックスヒーター4を製造した。ただし、抵抗発熱体の材質は、モリブデンタングステン合金(モリブデン50重量%、タングステン50重量%)とし、抵抗発熱体の形態は、線径が0.12mmで、1インチ当たり50本の線が交差している網とした。

【0061】本ヒーターにおいても、790℃まで温度上昇が可能であると共に、200回の熱サイクルを実施した後も、基体と抵抗発熱体に損傷がないことを確認した。

【0062】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、抵抗発熱体をセラミックス基体中に埋設したセラミックスヒーターにおいて、セラミックス基体の厚さを小さくすることができ、しかも高温領域と室温領域との間における熱サイクルを加えたときの耐久性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係るセラミックスヒーター3をチャンバー1内に設置した状態を概略的に示す断面図である。

【図2】(a)は、セラミックスヒーター3の破断斜視図であり、(b)は、網状物8の斜視図である。

【図3】(a)は、一軸成形用の型の内部に網状物およびセラミックス粉末を充填し、成形している状態を概略的に示す断面図であり、(b)は、成形体18を示す断面図である。

10 【図4】コールドアイソスタティックプレス法によって成形したCIP成形体21Aと21Bとの間に網状物20を挟んだ状態を示す断面図である。

【図5】(a)、(b)、(c)は、本発明で使用する各網状物の微構造を示す断面図である。

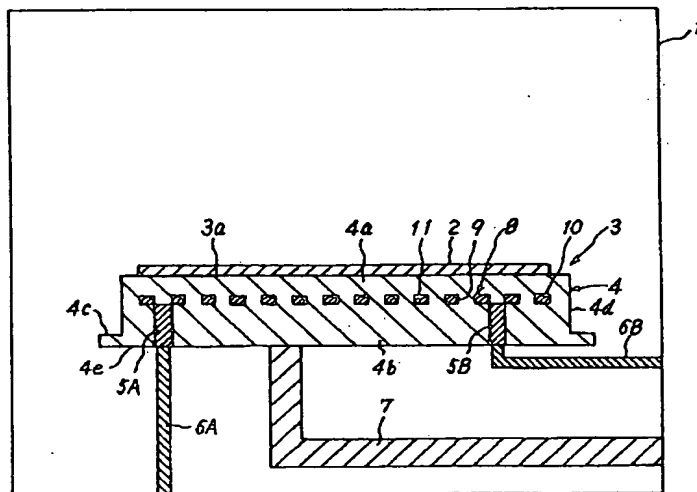
【図6】(a)は、網状物26を示す平面図であり、(b)は、(a)の網状物がセラミックス基体中に埋設されているセラミックスヒーター41を概略的に示す断面図である。

【図7】(a)は、本発明の一実施形態に係るセラミックスヒーター32の平面図であり、(b)は、(a)のセラミックスヒーター32の概略断面図である。

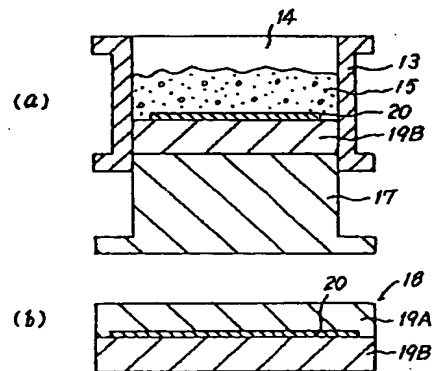
【符号の説明】

1、チャンバー 3、32、41、セラミックスヒーター
3a、33a、加熱面 4、31、33、セラミックス基体
5A、5B、30A、30B、端子
8、26、34、網状物(抵抗発熱体)
9、網目 10、11、27 線

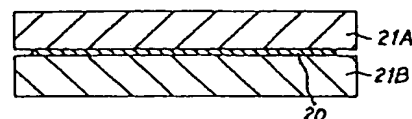
【図1】



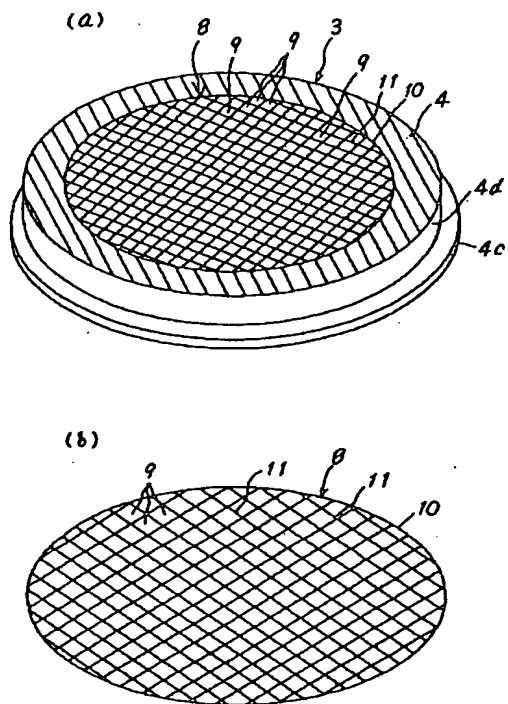
【図3】



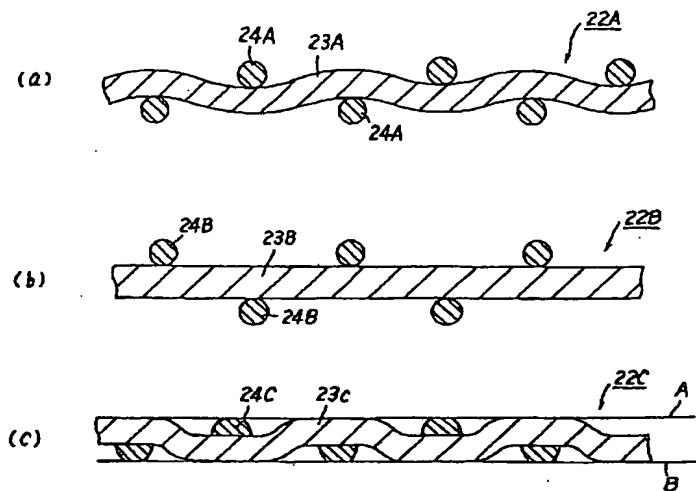
【図4】



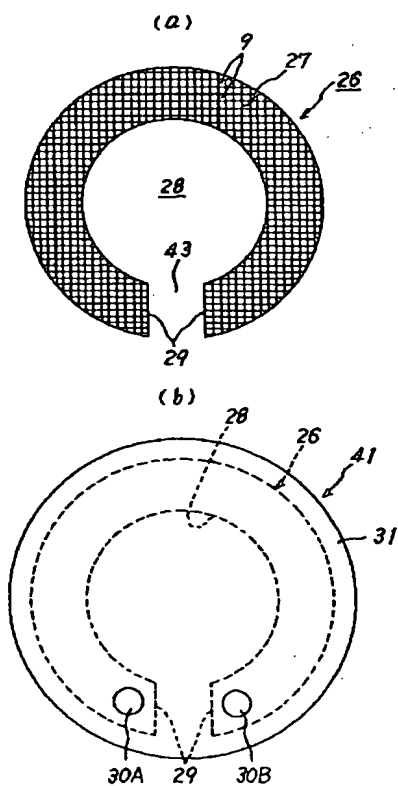
【図 2】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

